

REC'D 19 JUL 2004
107502272
PCT/IB 03/00 153
17.01.03 #2
000

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

**PRIORITY
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



REC'D 28 JAN 2003

WIPO

PCT

Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen:

102 02 987.3

Anmeldetag:

26. Januar 2002

Anmelder/Inhaber:

Philips Corporate Intellectual Property GmbH,
Hamburg/DE

Bezeichnung:

Gitter zur Absorption von Röntgenstrahlung

IPC:

G 21 K, G 01 T

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 18. Juli 2002
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Wallner



BESCHREIBUNG

Gitter zur Absorption von Röntgenstrahlung

- 5 Die Erfindung betrifft ein Gitter mit elektromagnetische Strahlung absorbierenden Wandelementen. Ferner betrifft sie einen Detektor und ein bildgebendes Gerät mit einem derartigen Gitter sowie ein Verfahren zur Herstellung des Gitters.
- 10 Gitter der eingangs genannten Art werden zum Beispiel in Röntgen-Computertomographen, in flachen dynamischen Röntgendetektoren (FDXD), bei der SPECT (Single Photon Emission Computed Tomography) und der PET (Positronen-Emissionstomographie) eingesetzt, um für die Abbildung unerwünschte Strahlung zu absorbieren, bevor sie auf den Röntgendetektor trifft. Unerwünschte Strahlung ist bei der Computer-
- 15 tomographie zum Beispiel Sekundärstrahlung, die im Gewebe des Patienten erzeugt wird, bei der SPECT zum Beispiel Strahlung aus nicht interessierenden Objektbereichen. Im einfachsten Falle bestehen Gitter aus einer eindimensionalen Sandwichstruktur, bei welcher sich dünne Folien aus einem Schwermetall wie etwa Blei, Wolfram oder Molybdän mit einer Dicke von ca. 0.1 mm und einer Höhe von ca.
- 20 20 mm mit einem Material geringer Absorptionsdichte für Röntgenstrahlen, zum Beispiel Luft oder Kunststoff, mit einer Dicke von ca. 1 mm abwechseln. Darüber hinaus sind speziellere Aufbauten von Gittern bekannt, zum Beispiel in Form einer zweidimensionalen, aus Kammelementen gebildeten Gitterstruktur (vgl. DE 199 47 537 A1 entsprechend EP 1 089 297 A2). Die Herstellung von Gittern ist
- 25 gerade bei derartigen zweidimensionalen Strukturen sehr aufwändig, da absorbierendes Material von sehr geringen Schichtdicken zu verarbeiten ist.

Vor diesem Hintergrund war es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Gitter zur Absorption elektromagnetischer Streustrahlung bereitzustellen, welches sich in verhältnismäßig einfacher Weise flexibel in optimalen Geometrien herstellen lässt.

5

Diese Aufgabe wird durch ein Gitter mit den Merkmalen des Anspruchs 1, einen Detektor mit den Merkmalen des Anspruchs 8, ein bildgebendes Gerät mit den Merkmalen des Anspruchs 9 sowie durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 10 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen enthalten.

10

Das erfindungsgemäße Gitter weist Wandelemente auf, die elektromagnetische Strahlung absorbieren. Vorzugsweise handelt es sich bei der absorbierten Strahlung um Röntgenstrahlung. Die Wandelemente bestehen ganz oder teilweise aus einer homogenen oder heterogenen Mischung eines im Verarbeitungszustand fließfähigen Materials und eines die elektromagnetische Strahlung absorbierenden Absorptionsmaterials.

15

Die Herstellung der Wandelemente des Gitters aus der beschriebenen Mischung hat den Vorteil, dass in einfacher Weise komplizierte und insbesondere dünne Strukturen hergestellt werden können, welche einen Gitteraufbau mit optimaler Geometrie erlauben. Diese Flexibilität in der Formgebung wird dadurch möglich, dass ein im Verarbeitungszustand fließfähiges Material verwendet wird, welches das elektromagnetische Strahlung absorbierende Material enthält und es hierdurch verarbeitungstechnisch ebenfalls "fließfähig" macht. Die Mischung kann daher im Verarbeitungszustand in nahezu beliebige Formen eingefüllt werden, deren Abbild nach dem Erstarren der Mischung beibehalten wird. Der Volumenanteil des Absorptionsmaterials an der Mischung ist nach unten im wesentlichen durch die Sicherstellung der gewünschten Absorptionswirkung und nach oben im wesentlichen durch die Fähigkeit zur Mischung begrenzt. Er beträgt vorzugsweise wenige Prozent bis ca. 75 %, besonders bevorzugt ca.

20

25

30

10 bis 30 %.

Vorzugsweise ist die das elektromagnetische Strahlung absorbierende Absorptionsmaterial in Form kleiner Teilchen in der Mischung eingebettet. Diese Teilchen haben
5 typischerweise einen mittleren Durchmesser von ca. 1 bis 100 μm , vorzugsweise von 2 bis 10 μm . Ebenso ist es möglich, Nanoteilchen zu verwenden. Die Teilchenstruktur des Absorptionsmaterials hat den Vorteil, dass hierdurch eine Rieselfähigkeit erzeugt wird, ohne dass das Absorptionsmaterial als solches flüssig sein müsste. Die Teilchen können an ihrer Oberfläche beschichtet sein, um ihre Eigenschaften wie z.B. die Rieselfähigkeit
10 günstig zu beeinflussen. Ebenso können die Teilchen mit einem schmelzbaren Material beschichtet sein, welches insbesondere das im Verarbeitungszustand fließfähige Material sein kann.

Bei dem im Verarbeitungszustand fließfähigen Material kann es sich insbesondere um
15 ein Polymer handeln. Insbesondere kann das Material ein thermoplastisches Polymer (Thermoplast) sein, welches definitionsgemäß bei Erwärmung erweicht und hierdurch dauerhaft in eine beliebige Form gebracht werden kann. Geeignete thermoplastische Kunststoffe sind insbesondere Polypropylen (PP), Flüssigkristall-Polymere (LCP), Polyamid (PA), Polycarbonat (PC) und/oder Polyoxymethylen (POM). Des Weiteren
20 kann es sich bei dem im Verarbeitungszustand fließfähigen Material um ein Polymer handeln, welches vor der Verarbeitung unvernetzt ist und nach der Verarbeitung vernetzt, das heißt ausgehärtet ist. Für derartige Kunststoffe kommen insbesondere Ein-, Zwei- oder Mehrkomponentensysteme in Frage. Beispielsweise kann es sich bei dem Kunststoff um ein Epoxydharz handeln, welches im Verarbeitungszustand flüssig ist
25 und durch Mischen mit einem Härter oder durch UV-Strahlung ausgehärtet wird, nachdem es in die gewünschte Form gebracht wurde.

Das die elektromagnetische Strahlung absorbierende Absorptionsmaterial kann insbesondere ein Schwermetall sein oder ein solches enthalten, wobei vorzugsweise die
30 Schwermetalle Wolfram (W), Blei (Pb), Bismut (Bi), Tantal (Ta) und/oder Molybdän

(Mo) in Betracht kommen.

Als besonders geeignete Materialkombinationen zwischen den genannten thermoplastischen Kunststoffen und den Schwermetallen haben sich Polypropylen und
5 Wolfram sowie Flüssigkristall-Polymere und Wolfram herausgestellt.

Gemäß einer bevorzugten geometrischen Ausgestaltung des Gitters weisen die Wandelemente eine Doppelkammstruktur auf, bei welcher von einer Basisfläche nach
10 zwei Seiten hin Stege abstehen. Die Basisfläche kann dabei ebenso wie die Stege parallel zur Strahlungsrichtung einfallender (Primär-)Strahlung ausgerichtet werden. Zwischen zwei parallel beziehungsweise auf dieselbe Strahlungsquelle orientierten Stegen kann dann von der Strahlungsquelle ausgehende (Primär-)Strahlung ungehindert passieren. Nicht von der Strahlungsquelle kommende (Sekundär-)Strahlung trifft
15 dagegen mit hoher Wahrscheinlichkeit auf einen der Stege oder auf die Basisfläche und wird dort absorbiert.

Gemäß einer speziellen Ausgestaltung der Doppelkammstruktur wird deren Basisfläche durch eine elektromagnetische Strahlung absorbierende und mit Perforationslöchern
20 versehene Folie gebildet, welche insbesondere aus einem der oben genannten Schwermetalle bestehen kann. Die Stege der Doppelkammstruktur verlaufen bei dieser Anordnung auf beiden Seiten der Folie, wobei Rücken an Rücken angeordnete Stege auf verschiedenen Seiten der Folie durch die Perforationslöcher hindurch eine Materialverbindung aufweisen. Auf diese Weise lässt sich eine sehr stabile Doppelkammstruktur
25 herstellen, bei der die Basisfläche von einer Folie gebildet wird, an welcher die Stege durch ihre Verbindung über die Perforationslöcher befestigt ist.

Die beschriebene Doppelkammstruktur wird vorzugsweise mehrfach und abwechselnd mit flächigen Lamellen aus einem absorbierenden Material wie etwa einem Schwermetall angeordnet. Hierdurch wird mit einem verhältnismäßig einfachen Aufbau ein
30 zweidimensionales Gitter erhalten, welches der Absorption von Streustrahlung dient.

Die Erfindung betrifft ferner einen Detektor, insbesondere einen Röntgendetektor, welcher dadurch gekennzeichnet ist, dass er ein Gitter zum Absorbieren von Röntgenstrahlung der oben erläuterten Art aufweist.

5

Ebenso betrifft die Erfindung ein bildgebendes Gerät zur Erzeugung einer Abbildung von einem Objekt oder Teil eines Objekts durch Röntgenstrahlung, welches dadurch gekennzeichnet ist, dass es einen Detektor der vorstehend genannten Art enthält. Bei dem Gerät kann es sich insbesondere um ein Röntgengerät, einen Röntgen-Computertomographen und/oder ein Gerät zur Durchführung einer PET oder SPECT handeln.

10

Des Weiteren betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung eines Gitters der oben beschriebenen Art mit elektromagnetischer Strahlung absorbierenden Wandelementen. Das Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, dass die Wandelemente ganz oder teilweise durch ein Gießverfahren aus einer Mischung eines im Verarbeitungszustand fließfähigen Materials und eines elektromagnetische Strahlung absorbierenden Absorptionsmaterials hergestellt werden. Das Gießen kann insbesondere durch einen Spritzguss erfolgen, bei welchem typischerweise Temperaturen von 220°C und ein Druck von etwa 1000 bar angewendet werden.

15

20

Insbesondere können in dem Verfahren Teilchen aus dem Absorptionsmaterial verwendet werden, welche mit dem im Verarbeitungszustand fließfähigen Material beschichtet sind. Solche beschichteten Teilchen können aufgrund ihrer Rieselfähigkeit zuerst in die gewünschte Form eingebracht werden, woraufhin die Beschichtung dann verflüssigt (z.B. geschmolzen) wird, sich im Formraum verteilt und die Teilchenkerne aus dem Absorptionsmaterial einbettet und aneinander bindet.

25

Im Folgenden wird die Erfindung mit Hilfe der Figuren beispielhaft erläutert. Es zeigt:

30

Fig. 1 einen Ausschnitt eines erfindungsgemäßen Gitters aus Wandelementen mit Doppelkammstruktur und Lamellen in einer Explosionsansicht;

Fig. 2 eine perforierte Basisfläche eines Wandelementes mit Doppelkammstruktur;

5

Fig. 3 schematisch den mikroskopischen Aufbau der Wandelemente eines erfindungsgemäßen Gitters.

- 10 In Figur 1 ist in einer Explosionsansicht ein bevorzugter geometrischer Aufbau eines zweidimensionalen Gitters 10 zur Streustrahlenabsorption dargestellt. Das Gitter besteht aus einer abwechselnden Folge von Wandelementen 1 mit Doppelkammstruktur und ebenen Lamellen 2. Die Lamellen 2 können durch eine glatte, absorbierende Metallfolie wie etwa 100 µm dickes Molybdän gebildet werden. Der in der Figur dargestellte
- 15 prinzipielle Aufbau ist mit einer abwechselnden Folge ...-1-2-1-2-... von Wandelementen 1 und Lamellen 2 nach oben und unten entsprechend fortgesetzt vorzustellen.

- Die bereits erwähnte Doppelkammstruktur der Wandelemente 1 wird durch eine ebene Basisfläche 4 und durch Stege 3 gebildet. Die Stege 3 sind auf beiden Seiten der Basisfläche 4 angeordnet und zueinander parallel verlaufend oder auf eine Strahlungsquelle Q hin orientiert. Je zwei Stege 3 liegen sich auf den beiden Seiten der Basisfläche 4 Rücken an Rücken gegenüber. Zwischen den Stegen 3 werden Transmissionskanäle ausgebildet, durch welche die direkt von einer Röntgenstrahlungsquelle Q kommende (Primäre-)Strahlung im wesentlichen ungehindert passieren kann, um auf
- 20 der anderen Seite des Antistreugitters 10 einen Detektor (nicht dargestellt) zu erreichen. Nicht direkt von der Strahlungsquelle Q kommende (Sekundär-)Strahlung wird dagegen mit hoher Wahrscheinlichkeit auf ein Wandelement 1 oder auf eine Lamelle 2 treffen und dort absorbiert. Auf diese Weise kann der Anteil der Streustrahlung, welche den Detektor erreicht und welche zu einer Verschlechterung der Bildinformation führt,
- 25 reduziert werden. Bei dem in der Figur 1 dargestellten Beispiel sind typischerweise
- 30

40 Transmissionskanäle mit je einem Bildpunkt (Pixel) pro Kanal vorgesehen, wobei sich die Röntgenstrahlungsquelle Q etwa im Abstand von 1 m vom Detektor beziehungsweise Antistreugitter 10 befindet. In anderen Anwendungen können einem Transmissionskanal jedoch auch mehrere Bildpunkte zugeordnet sein oder es können
5 mehre Transmissionskanäle zu einem Bildpunkt gehören.

Zweidimensionale Streugitter 10 der oben beschriebenen Art oder ähnlicher Art sind sehr schwer herzustellen, da sie eine feine räumliche Struktur aus dünnen Wänden besitzen. Um die Herstellung solcher Gitter zu vereinfachen und eine kostengünstige
10 Massenproduktion zu ermöglichen, wird gemäß der vorliegenden Erfindung die Verwendung eines speziellen Materials zur Herstellung von zumindest Teilen des Gitters vorgeschlagen. Dieses spezielle Material ist dadurch gekennzeichnet, dass es eine Mischung aus einem im Verarbeitungszustand fließfähigen Material und einem die gewünschte Absorption der (Röntgen-)Strahlung leistenden Absorptionsmaterial ist.

15

Ein bevorzugter mikroskopischer Aufbau einer derartigen Mischung ist in Figur 3 schematisch dargestellt. Es handelt sich hierbei um eine heterogene Mischung aus einem thermoplastischen Kunststoff 7 und darin eingebetteten Teilchen 8 aus einem Schwermetall, bei dem es sich zum Beispiel um W, Pb, Bi, Ta und/oder Mo handeln
20 kann. Durch die Zumischung von z.B. 5% Kupfer kann dabei der Schmelzpunkt von Bi bei Bedarf erhöht werden. Für den thermoplastischen Kunststoff kommen insbesondere Polypropylen PP, Flüssigkristall-Polymere LCP, Polyamid PA und/oder Polyoxymethylen POM in Frage. Besonders geeignete Materialkombinationen sind PP und W sowie LCP und W. So kann die in Figur 3 dargestellte Mischung z.B. aus PP mit
25 einem Volumenanteil von ca. 22 % W (Teilchengröße ca. 5 µm) bestehen.

Die Mischung hat den Vorteil, dass sie für die Verarbeitung in einen flüssigen beziehungsweise fließfähigen Zustand überführt werden kann, in dem sie sich in quasi beliebige Formen bringen lässt. Insbesondere kann ein Spritzgussverfahren (zum
30 Beispiel bei 220°C und 1000 bar) verwendet werden, um die flüssige Mischung in eine

gewünschte Form zu bringen. Der thermoplastische Kunststoff 7 ermöglicht dabei im plastischen Zustand die Formgebung, welche nach Erhärten des Kunststoffes beibehalten wird, wobei die im Kunststoff eingebetteten Schwermetallteilchen 8 für die gewünschte Absorption von Röntgenstrahlung sorgen.

5

Auf diese Weise kann das in Figur 1 dargestellte Wandelement 1 mit Doppelkammstruktur in einem einzigen (Spritz-)Gussvorgang einheitlich hergestellt werden.

10

Bei einem alternativen Herstellungsverfahren eines Wandelementes 1 mit Doppelkammstruktur wird die Basisfläche des Wandelementes aus einer Folie 4 aus einem absorbierenden Material, zum Beispiel einer Molybdänfolie gebildet. Eine derartige Folie 4 ist in Figur 2 dargestellt. Sie besitzt in parallelen Reihen hintereinander angeordnete Schlitzte bzw. Perforationslöcher 6. Die Reihen der Perforationslöcher 6 sind dabei im gewünschten Abstand der Stege 3 (Figur 1) angeordnet. Typische

15

Abmessungen der Folie 4 und der Perforationslöcher 6 sind in Figur 2 in der Einheit Millimeter eingetragen.

20

Ausgehend von einer derartigen Folie 4 wird dann ein Thermoplast-Metallgemisch im wesentlichen nur in einer Richtung (senkrecht zur Folie 4) gespritzt, wobei die gespritzten Thermoplast/Metall-Stege 3 zu beiden Seiten der Folie 4 über die Perforationslöcher 6 miteinander und mit der Folie 4 verbunden sind. Der Vorteil einer derartigen Doppelkamm-Hybridstruktur liegt in einer größeren Formstabilität und einer leichteren Montierbarkeit.

25

Mit dem erfindungsgemäßen Material ist es ferner möglich, ein komplettes zweidimensionales Gitter einstückig und in einem Arbeitsgang z.B. durch Spritzguss herzustellen.

PATENTANSPRÜCHE

1. Gitter mit elektromagnetischer Strahlung, vorzugsweise Röntgenstrahlung absorbierenden Wandelementen, wobei die Wandelemente ganz oder teilweise aus einer Mischung eines im Verarbeitungszustand fließfähigen Materials und einer elektromagnetische Strahlung absorbierenden Absorptionsmaterials bestehen.
5
2. Gitter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Absorptionsmaterial in Form von Teilchen in der Mischung eingebettet ist.
3. Gitter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das im Verarbeitungszustand
10 fließfähige Material ein Polymer enthält oder hieraus besteht, insbesondere einen thermoplastischen Kunststoff wie Polypropylen, Flüssigkristallpolymer, Polyamid, Polycarbonat und/oder Polyoxymethylen.
4. Gitter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Absorptionsmaterial ein
15 Schwermetall enthält oder hieraus besteht, vorzugsweise Wolfram, Blei, Bismut, Tantal und/oder Molybdän.
5. Gitter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Wandelemente eine
20 Doppelkammstruktur mit nach zwei Seiten von einer Basisfläche abstehenden Stegen aufweisen.

6. Gitter nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Basisfläche durch eine absorbierende, mit Perforationslöchern versehene Folie gebildet wird, wobei die Stege von einer Seite der Folie zur anderen durch die Perforationslöcher eine Verbindung aufweisen.

5

7. Gitter nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Wandelemente abwechselnd mit Lamellen aus einem absorbierenden Material angeordnet sind.

10

8. Detektor mit einem Gitter zur Absorption von Röntgenstrahlung, wobei das Gitter Wandelemente aufweist, die ganz oder teilweise aus einer Mischung eines im Verarbeitungszustand fließfähigen Materials und eines elektromagnetische Strahlung absorbierenden Absorptionsmaterials bestehen.

15

9. Bildgebendes Gerät zur Erzeugung einer Abbildung von einem Objekt oder Teil eines Objekts durch Röntgenstrahlung, enthaltend einen Detektor mit einem Gitter zur Absorption von Röntgenstrahlung, wobei das Gitter Wandelemente aufweist, die ganz oder teilweise aus einer Mischung eines im Verarbeitungszustand fließfähigen Materials und eines elektromagnetische Strahlung absorbierenden Absorptionsmaterials bestehen.

20

10. Verfahren zur Herstellung eines Gitters mit elektromagnetischer Strahlung absorbierenden Wandelementen, wobei die Wandelemente ganz oder teilweise durch Gießen, insbesondere durch Spritzgießen, aus einer Mischung eines im Verarbeitungszustand fließfähigen Materials und eines elektromagnetische Strahlung absorbierenden Absorptionsmaterials hergestellt werden.

25

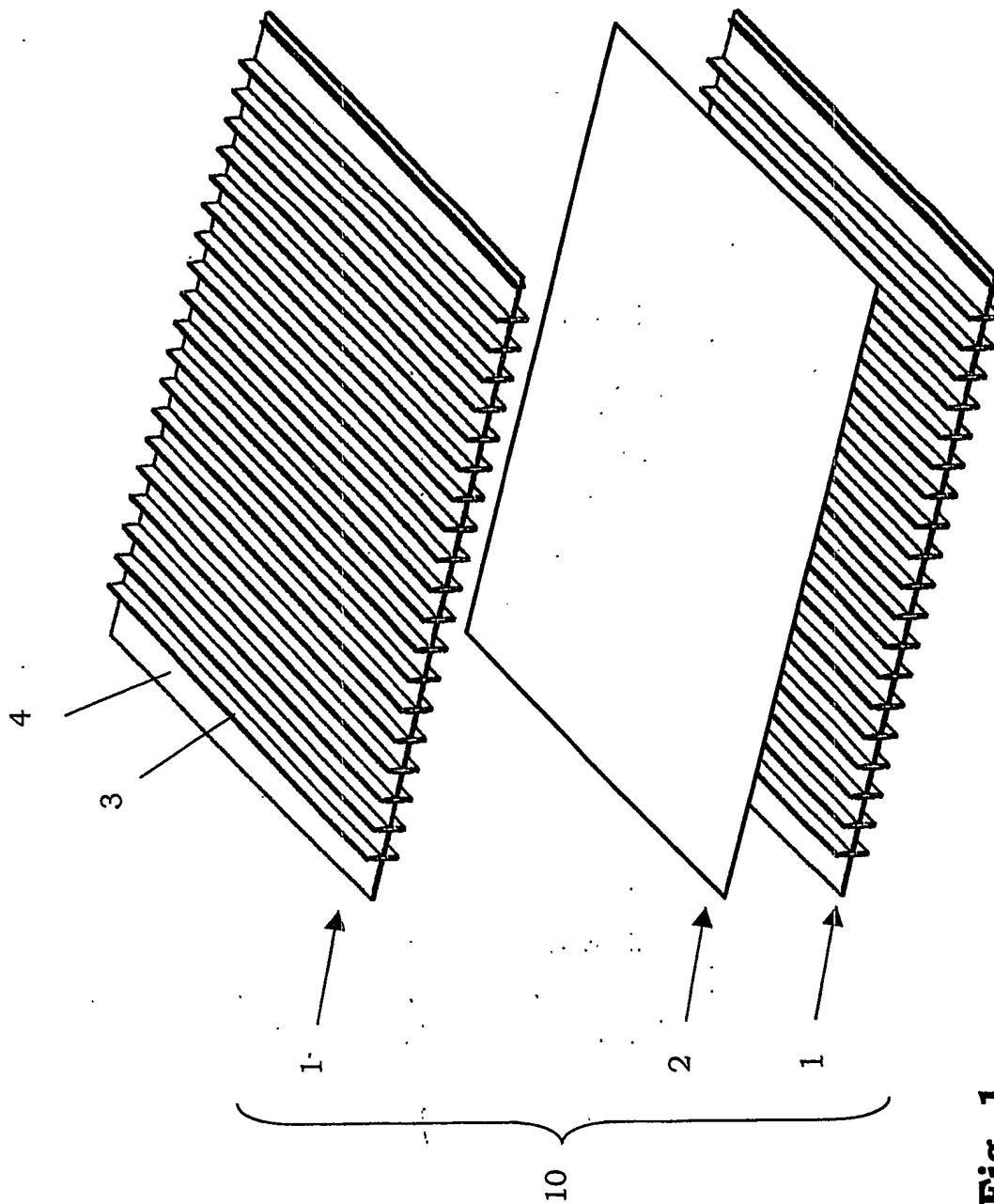
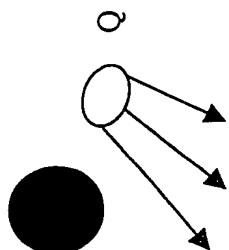


Fig. 1



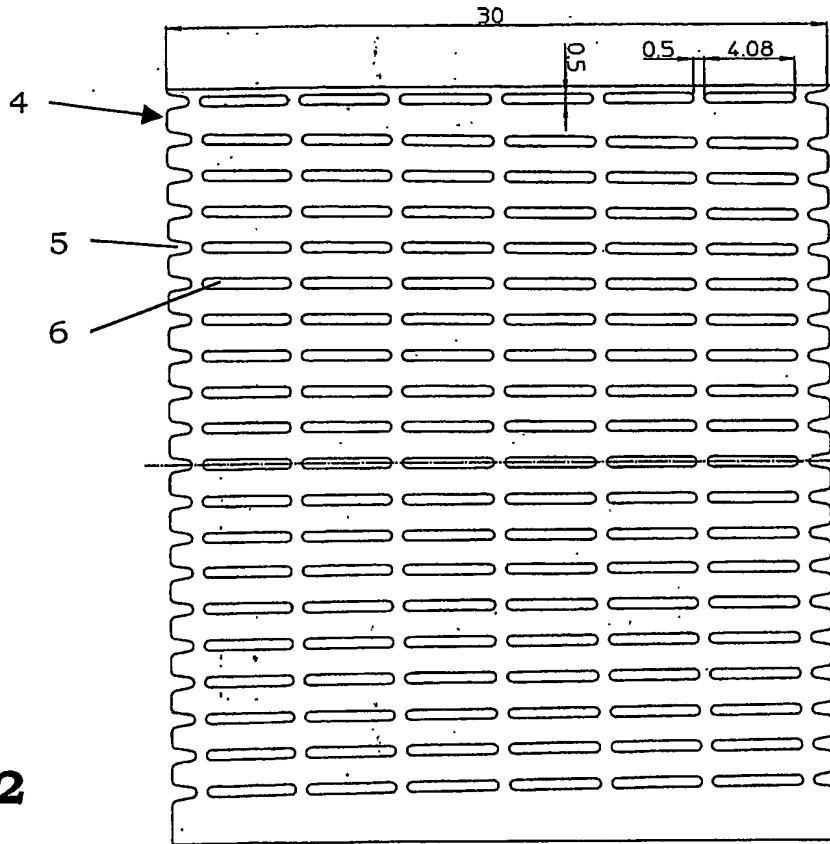


Fig. 2

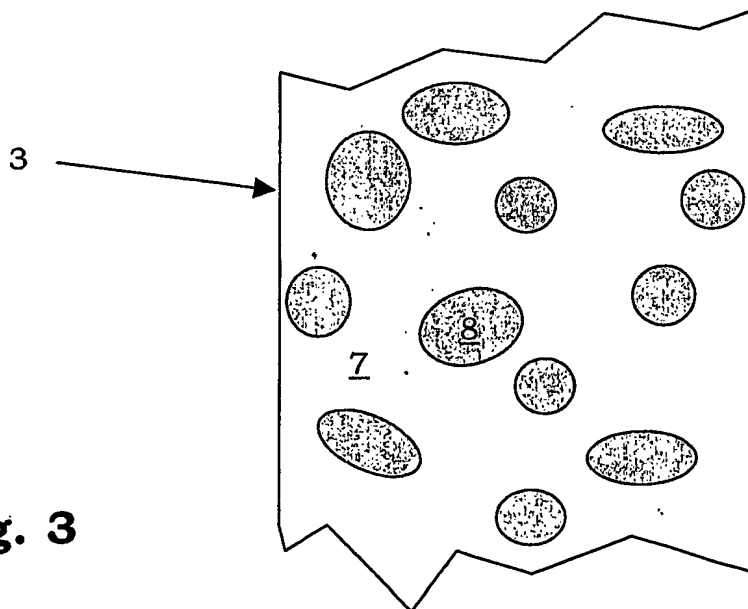


Fig. 3

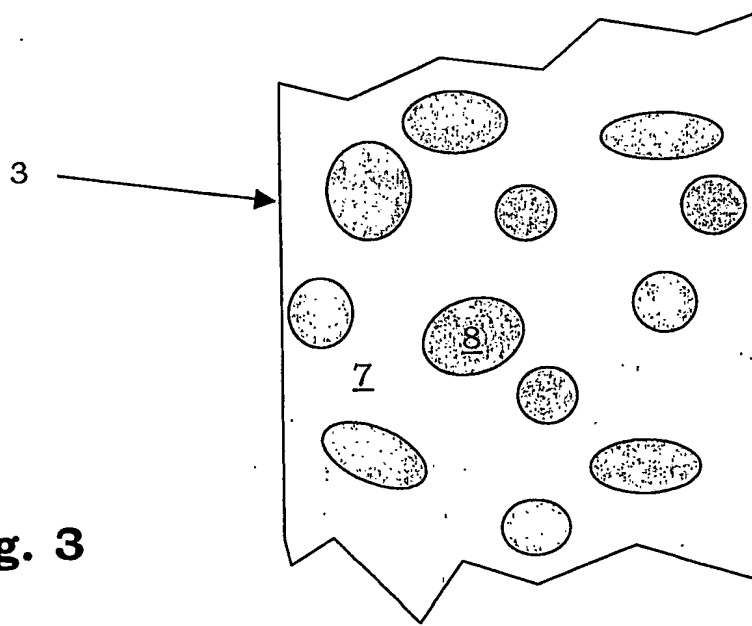
ZUSAMMENFASSUNG

Gitter zur Absorption von Röntgenstrahlung

Die Erfindung betrifft ein Antistreugitter zur Absorption von Röntgenstrahlung, wobei die Wandelemente (3) des Gitters aus einem thermoplastischen Kunststoff (7) mit darin
5 eingebetteten Schwermetallteilchen (8) bestehen. Durch die Verwendung einer derartigen Mischung ist es möglich, die Wandelemente im Spritzgussverfahren herzustellen, wodurch auch sehr feine und komplizierte Formen von insbesondere zweidimensionalen Gittern kostengünstig hergestellt werden können.

10 (Figur 3)

15

**Fig. 3**

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.